

中国科学院
地理研究所資料室

登記日期

編 号

24429

国外科技参考资料

谢凡湖的利用问题

中国科学院青藏高原综合科学考察队编译

一九七五年三月

毛 主 席 语 录

自力更生为主，争取外援为辅，破除迷信，独立自主地干工业、干农业，干技术革命和文化革命，打倒奴隶思想，埋葬教条主义，认真学习外国的好经验，也一定研究外国的坏经验——引以为戒，这就是我们的路线。

洋为中用。

谢凡湖的利用问题

谢凡湖位于苏联亚美尼亚共和国境内，是一个构造盆地形成的大型高山湖泊，环绕湖泊的山脉高度高出湖面500~1800米。在自然平衡状态下，该湖水面高程为1916米，湖面面积为1420平方公里，湖水体积为585亿立方米，湖长75公里，湖宽一般为12~35公里，最大宽度56公里。湖泊可划分为两部分，称为小谢凡湖的部分，面积385平方公里，最大深度100米，大谢凡湖的水面面积1035平方公里，最大深度50米。

谢凡湖的流域面积4890平方公里，共有28条河流汇入湖内，其多年平均径流量总计为7.7亿立方米。湖面的多年平均降水量为5.5亿立方米。平均每年入湖总水量13.2亿立方米。从谢凡湖外流的只有一条拉兹丹河，其天然多年平均径流量为5000万立方米。湖水经小谢凡湖岸边外渗的水量约6000万立方米，而湖面蒸发掉的水量多年平均为12.10亿立方米。

谢凡湖从1889年开始就有了系统的观测，已有资料可以相当准确地计算湖泊水平衡的各组成部分。由于来水与出水之间保持了平衡，湖水平均水位在许多世纪期间基本上没有变化。

关于谢凡湖的利用问题，很久以前就被人们注意了。远在19世纪就曾经有人提出利用湖水灌溉下游的农田。1909年有人建议发展灌溉和发电，曾预计50~60年期间湖水下降55米。1912年外国的设计公司曾设计引湖水经隧洞至阿克苏达弗克河的方案，这样可以取得700米水头，修建水电站。上述一些设想，均没能实现。

1919年重新提出引谢凡湖水至拉兹丹河流域发展灌溉和发电的建议。至1926~1927年开始对谢凡湖综合研究，随后制定了利用谢凡湖水的技术方案。这个方案到1933年实现。

根据谢凡湖水平衡关系可以看出，消耗在水面蒸发的水量是巨大的，约占入湖总水量的94%。从这一点出发，提出了通过缩小湖面减少蒸发的途径利用谢凡湖水资源的问题。为了减少湖面蒸发损失，设计了谢凡——拉兹丹灌溉与发电开发方案。根据这个设计方案，湖水位下降50米，予期大谢凡湖排干，湖水总面积将缩小七倍。在开发的第一阶段，即湖水位下降50米以前要引用湖内常年储存的水量，而后每年从湖中放水7亿立米是来自蒸发损失水量的减少，并不再引用湖水原有常年储量和降低水位。根据这个原则编制成谢凡——拉兹丹梯级开发方案，在此基础上设计和建成六个梯级水电站，年发电量总计25亿度，总装机容量55.7万瓩。这些梯级水电站的修建，要保证亚美尼亚共和国的电能供应。

同时，为了利用谢凡——拉兹丹的水资源，还建成一系列灌溉系统，保证灌溉面积达到7.5万公顷。

为发电与灌溉目的，引用谢凡湖常年储量的结果，湖水位逐渐下降，至50年代的前期（53~56年）湖水位下降8~10米。随着湖水面积的日益缩小，蒸发量的减少并没有达到原来予想的程度。水面蒸发强度增大了，51~56六年的平均值为786毫米，比湖水消落前（720毫米）增大9.3%。湖面排干的地带上生长了大型植物，也使陆面蒸发增加。

谢凡湖是一个巨大的热量储存——调节池，可使湖区的气候温和。谢凡湖常年水储量的引用结果，对湖区的天气变化有不利影响。湖水出现了夏季变热和冬季变冷的情况，证明在沿湖地区的热状况有显著变化。根据谢凡湖谢凡岛测站资料，湖水消落前（1927~1930）与湖水消落8~10米（1953~1956）两个时期的月平均水温对比说明，湖水消落后3月至9月的月平均水温增值为1~3°，而10月至2月的月平均水温减值为1~3°。湖水夏季变热对水面蒸发有增大的影响。

湖水消落以前，湖水完全结冻是非常罕见的。在湖水消落期间的1949~1957年内，湖水结冻三次，而且是每次持续时间较长。更有趣的是这三次比较，1949年湖水结冻在三月初，结冻时间不长，结冻前最低温度出现0度以后的日积温为595度；1954年湖水在二月的上半月结冻，结冻前最低温度出现0度以后的日积温为508度；1957年湖水在一月的下半月结冻，结冻前最低温度出现0度以后的日积温为410度。这三次结冻表明，越往后湖水处在冰盖下的持续时间越长，而且冰盖的厚度也增加。谢凡湖由不结冻状态转变为周期性的结冻状态，基本原因是随着水位下降和水体缩小，温暖季节在水中储存起来的热量显著地减少了。

由于湖水深度缩小，湖水热状况在全部深度上发生变化，因而引起湖水物理化学特性和生物过程的深刻变化。湖水消落以前，谢凡湖是一个很深的水体，湖水的特点是洁净、透明和氧气充分，有机质积累缓慢。这些条件对淡水鲑鱼的生长是十分优越的，最适应鲑鱼的需要。

谢凡湖水位下降前，夏季湖水上部的增温层厚度逐渐地加大，至8~9月发展到极限。这时候较高的夏季气温在湖的沿岸部分侵入25~30米深度，而在湖的中央部分只达到10米深度。因此，在大谢凡湖明显地分为两个区，比较冷的中央湖区和比较热的沿岸湖区。在沿岸湖区25~30米水深以下和中央湖区10米水深以下，分布着4~8℃的水层。湖水消落前，约80%的大谢凡湖面积（800平方公里）有大于30米的深度。从湖水消落开始，水深小于30米的面积在大谢凡湖逐渐扩大，湖水底层的大部分越来越容易受到较高的夏季温度的影响，而冷水所占的面积相应地缩小了。

湖水温度的变化，直接影响着湖水的氧气分布状况。大谢凡湖的氧气状况在很大程度上被破坏了。湖水位下降以前，在大谢凡湖水中，多数情况下氧的含量没有低于7~8毫克/公升。湖水消落以后，到50

年代末期湖水氧气状况没有发生显著变化。大约从1960年观测到大谢凡湖的氧气状况显著变坏，深层水中氧气缺乏的趋势在增长。根据现有资料，1960年9月在近底层水中氧气含量达到5.3毫克/公升，1964年9月近底层水中氧气含量6.8毫克/公升，10月为4.7毫克/公升。

1969年在大谢凡湖底部发现一个宽阔的氧气含量下降区域，(9月为5.0毫克/公升，10月为3.5~4.0毫克/公升)，占据着湖中央的最深部分。1970年大谢凡湖近底层水中氧气含量在8月底已下降到3.5~4.0毫克/公升。

大谢凡湖下部的深冷水层中氧气含量显著下降，与水体缩小和其中氧气储量减少有关。湖水中植物及动物死亡之后残留于湖的下层水中，有机质的分解促使氧气缺乏程度加剧。谢凡湖的热与氧状况的显著变化，影响湖中生物过程的演变。谢凡湖水位消落与水体缩小后，生物影响最重要的表现之一是在湖中出现了“水花”。这些“水花”是由众多的兰绿色藻类(大湖念珠藻属)造成的。大量的藻类上升到湖水的表层，污染湖水使其水质变坏，以至达到不适宜饮用的程度。同时，湖水消落的另一个重要后果是谢凡湖的著名淡水鲑资源的数量减少了。

谢凡湖水面和体积的缩小，不仅不利于渔业资源的发展，同时对沿湖周围土地和草场的水份状况产生不利的影响。谢凡湖底被排干的部分，在很大面积上是多石的或砂质的土地，有些地方还出现碱渍化和沼泽化。实际上，在砂土和砂砾土层上播种，只是最初几年有收成，而随后这些土地将变得贫脊，对发展农业很不利。在多风季节，砂土被吹到湖周原有的农田上，使它们受到损害。由于湖水消落，谢凡湖沿岸种植的树苗不能象过去一样很好地成长。谢凡湖水资源利用的原方案设计者曾认为，在湖水排放之后，拉兹丹河谷的泉水要保持原出水量的三分之一，而且水质会得到改善。放水后的生活实践表明，这些泉水快要干枯了。谢凡

湖沿岸的一些村庄的水井变干，因此而修建了输水管道。

谢凡湖水位下降和面积缩小后，汇入湖中的28条河流的侵蚀基面降低，因此这些河流在原来湖面被排干部分的土地上产生漫流现象，容易形成沼泽化，并使地表径流消耗于蒸发的损失水量增多。湖水下降深度越大，湖面水边线离原有岸边越远，则上述的不利影响越加重，为克服这些不利影响而需要采取的工程措施也越复杂，所花费的附加投资也越多。

为了进一步核算谢凡湖水平衡的有关数值，并研究湖水消落对湖泊地区气候的影响，1957年亚美尼亚共和国部长会议做出专门的决议，责成水文气象总局及有关单位广泛和深入地综合研究谢凡湖及其流域的水文气象状况。决议指出，必须采取一系列的措施，尽可能地保持大谢凡湖的高水位，以保证更经济、更合理地综合利用谢凡湖。

对于计算谢凡湖水平衡支出部分最复杂的和最本质的蒸发量来说，很重要的是湖泊热状况的研究。这项研究工作不仅有很大的理论意义，而且有十分重要的实际意义。谢凡湖热状况研究的最主要问题是：(1)详细研究湖水体积缩小对湖水热状况的影响。(2)深入研究湖水热交换特征，并获得有关的可靠数据，以便核算用于蒸发的热量消耗。(3)准确地计算湖泊热储量，并研究在湖水消落情况下热储量变化的预测方法。解决上述问题，需要研究一系列与此有关的现象，首先是研究温度的变化。同时，还必须对地面蒸发进行详细地观测和研究，以便更正确地计算回归水和确定灌溉用水量，这对进一步核算谢凡湖的水平衡有重要意义。此外，还需要查清地下水状况。

谢凡湖水位1971年下降了18米，被利用的湖水常年储量235亿立米。结果湖水体积由585亿立米减少到350亿立米，而湖面由1420平方公里缩小到1254平方公里。如果不找到新的水源代替，每年从湖中放水为5亿立米的情况下，虽然湖水位下降很缓慢，但总是

在继续地往下降，这样将加剧各种不利影响。为了寻找新水源代替从谢凡湖常年储量放水的方案，尽可能地使谢凡湖水位回升，并保持在高水位上，亚美尼亚水电设计院及有关单位查勘研究和拟定了一系列调水方案。这些调水的工程技术措施实现后，将从相邻流域的河流调入大量的水源，以保证在保持高水位的情况下，更好地利用谢凡湖。

主要参考文献（俄文）

1. 谢凡湖问题应该重新解决（亚美尼亚共和国科学院通报
技术科学第X卷 1957年№5）
2. 谢凡湖问题（“自然” 1958年№11）
3. 谢凡湖热状况的某些问题（第三次全苏水文代表大会论文集
第IV卷 1959年）
4. 谢凡湖的现状与未来（“气象与水文” 1973年№10）
5. 水资源综合利用与自然保护（“水工与土壤改良” 1974年№11）
6. 谢凡湖水平衡编制方法（第三次全苏水文代表大会论文集
第VI卷 1959年）
7. 谢凡湖水平衡组成计算方法与水平衡（第三次全苏水文代表
大会论文集 第VII卷 1959年）

编 后 语

关于谢凡湖的问题，资料较多。因时间仓促，不便一一查阅。本文主要根据上述七篇文献，汇总编译而成。仅供参考。